

## **COMPORTAMENTO DA CURVA DE DESEMPENHO DE UM REGULADOR DE PRESSÃO PARA PIVÔ CENTRAL APÓS MODIFICAÇÃO INTERNA**

M. A. R. CARVALHO<sup>1</sup>, J. A. FRIZZONE<sup>2</sup>, S. C. R. V. LIMA<sup>3</sup>, T. A. BOTREL<sup>4</sup>, M. B. TEIXEIRA<sup>5</sup>, A. W. A. GOMES<sup>6</sup>

**RESUMO:** A curva de desempenho de uma válvula reguladora de pressão, utilizada em pivô central, foi avaliada em laboratório, conforme ISO (1993). Após mudança no corpo da válvula efetuada pelo fabricante do equipamento realizou-se novo ensaio utilizando o mesmo procedimento técnico efetuado anteriormente por LIMA (2001) e LIMA et al. (2003). A modificação resultou em uma melhoria na regulação da pressão, principalmente no modelo de 7 mca.

**PALAVRAS CHAVE:** regulador de pressão, curva de desempenho, pivô central

## **BEHAVIOR OF THE PERFORMANCE CURVE OF A PRESSURE CONTROLLER FOR CENTRAL PIVOT AFTER INTERNAL MODIFICATION**

**ABSTRACT:** The performance curve of a regulating valve of pressure, used in central pivot, was evaluated in laboratory, as ISO (1993). After change in the body of the valve effected by the manufacturer of the equipment became new test using the same procedure technician effected previously by LIMA (2001) e LIMA et al. (2003). The modification resulted in improvement in the pressure regulation, mainly in the model of 10 PSI.

**KEYWORDS:** pressure regulators, performance curve, central pivot

## **INTRODUÇÃO**

Como forma de minimizar os efeitos da variação de pressão em emissores de sistemas de pivô central, geralmente utiliza-se válvulas reguladoras de pressão, que permitem a

---

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo. Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP. Rua Adão Schmidt, 111 bl.E2 apt.4 CEP: 13417-460, Jardim Elite Piracicaba-SP. e-mail: mardcarv@esalq.usp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo. Prof. Titular Departamento de Eng. Rural, ESALQ/USP, e-mail: frizzone@esalq.usp.br

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo. Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, e-mail: scrvlma@esalq.usp.br

<sup>4</sup> Eng. Agrícola. Prof. Associado Departamento de Eng. Rural, ESALQ/USP, e-mail: tabotrel@esalq.usp.br

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo. Pós Doutorando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, e-mail: marconi@esalq.usp.br

<sup>6</sup> Eng. Agrícola. Mestrando em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, e-mail: awagomes@esalq.usp.br

regulação da pressão de saída, numa faixa definida de pressão de entrada e vazão. A caracterização hidráulica desse tipo de válvula é feita pela curva de desempenho que relaciona a pressão de saída em função da pressão de entrada e da vazão.

TARJUELO (1994) citado por LIMA (2001) comenta que os reguladores mais comuns são os de mola, constituídos por uma carcaça que aloja um êmbolo. Este êmbolo é empurrado por uma mola que tende a mantê-lo na posição de máxima abertura e, quando a pressão existente na água abaixo do regulador atua sobre a superfície do fixador da mola e essa pressão é menor que a do regulador, a mola mantém aberto o êmbolo e a água passa apenas com uma pequena perda de carga. Mas, quando essa pressão atuante é maior, ela se transmite momentaneamente, criando uma força que vence a da mola e o êmbolo se fecha parcialmente, aumentando a perda de carga até conseguir que a pressão fique próxima à do regulador.

A pressão de saída no regulador nem sempre é a descrita pelo fabricante, pois pode variar se a pressão de entrada e a vazão no sistema não corresponderem às apresentadas na curva de desempenho do regulador de pressão, induzindo o projetista incorrer em erro no dimensionamento da vazão do emissor.

O fabricante do regulador aqui avaliado efetuou modificações internas no êmbolo da válvula e o enviou para que fossem efetuados os ensaios específicos para este tipo de equipamento e o objetivo deste trabalho foi comparar estes resultados com os obtidos por LIMA (2001) em relação ao desempenho destes equipamentos após as modificações.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório de Irrigação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. O material ensaiado foi fornecido pelo fabricante na quantidade de 20 peças para cada um dos três modelos de regulação de pressão com as seguintes características: pressões declaradas de regulação de 7, 10,5 e 14 mca e diâmetro nominal  $\frac{3}{4}$ " (20 mm). Os 20 exemplares foram ensaiados após serem selecionados aleatoriamente de um lote de 30 reguladores fornecidos pelo fabricante. Nos testes foram utilizados os procedimentos estabelecidos por ISO (1993). Os ensaios foram realizados em uma bancada, determinando-se as pressões de saída no regulador em função das pressões de entrada, em diferentes vazões controladas. Com esses dados foram construídas as curvas de desempenho do regulador de pressão. Na bancada de ensaio, foram utilizados os seguintes instrumentos: dois manômetros digitais com escala de 0,00 a 150,00mca e precisão de

0,1mca, um medidor de vazão magnético indutivo com precisão de 1% e um conjunto eletrobomba. Os exemplares da amostra foram ensaiados na vazão de 1,15 m<sup>3</sup>/h. Durante o decorrer dos ensaios permitiu-se uma variação máxima da vazão regulada no intervalo de  $\pm 2\%$ .

Os ensaios dos reguladores foram realizados, para cada vazão, utilizando-se 11 valores de pressão de entrada: 7,0 mca; 14,1 mca; 17,6 mca; 21,1 mca; 28,1 mca; 42,2 mca; 49,2 mca; 63,3 mca; 70,3 mca; 77,4 mca e 84,4 mca. Para uma amostra de tamanho 20, obteve-se a curva de desempenho. As pressões de saída (PS) foram medidas para pressões de entrada gradualmente crescentes (Pec) e, em seguida, decrescentes (Ped). Com a média desses valores (PS) obteve-se a curva de pressão de saída em função da pressão de entrada, para 5 vazões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Podemos observar na Tabela 1 o regulador de 7 mca, para as pressões de entrada de 10,0 mca e 17,6 mca. Observa-se que os desvios das pressões médias reguladas, em relação a pressão declarada de regulação, foram  $-4,70\%$  e  $-3,20\%$  respectivamente, e os coeficientes de variação das pressões reguladas foram 4,39% e 3,67%, atendendo os critérios estabelecidos na norma ISO (1993).

**Tabela 1.** Pressões de saída para o regulador de pressão operando com pressões de entrada de 10,0 mca e 17,6 mca e vazão de 1,15 m<sup>3</sup>/h (velocidade de referência 1,02 m/s).

PE (mca)	Regulador n°											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Pressão de saída – PS (mca)											
10,0	6,1	6,7	6,1	6,6	6,6	7,2	6,7	6,9	6,6	7,0	6,9	7,1
17,6	6,5	6,8	6,6	6,7	6,7	7,4	6,8	7,0	6,6	7,1	7,0	7,1
PE (mca)	Regulador n°								Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S <sub>p</sub> (mm)	CV (%)
	Pressão de saída – PS (mca)											
10,0	6,5	6,5	6,7	6,6	6,5	6,8	6,7	7,0	6,7	-4,70	0,293	4,39
17,6	6,4	6,7	6,7	6,6	6,5	6,9	6,7	7,1	6,8	-3,20	0,249	3,67

Na Tabela 2, podemos observar que no regulador de 10,5 mca e para a pressão de entrada de 21,1 mca, o desvio da pressão média regulada em relação à pressão declarada de

regulação, foi -0,93% e o coeficiente de variação da pressão regulada foi 2,61%, atendendo os critérios estabelecidos na norma ISO (1993).

**Tabela 2.** Pressões de saída para o regulador de pressão de 10,5 mca operando com pressão de entrada de 21,1 mca e vazão de 1,15 m<sup>3</sup>/h (velocidade de referência 1,02 m/s).

PE (mca)	Regulador n°											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Pressão de saída – PS (mca)											
21,1	10,5	10,3	10,3	10,6	10,6	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,0	10,4
PE (mca)	Regulador n°								Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S <sub>p</sub> (mm)	CV (%)
	Pressão de saída – PS (mca)											
21,1	10,1	10,5	10,4	10,3	10,3	10,4	11,0	11,2	10,4	-0,93	0,272	2,61

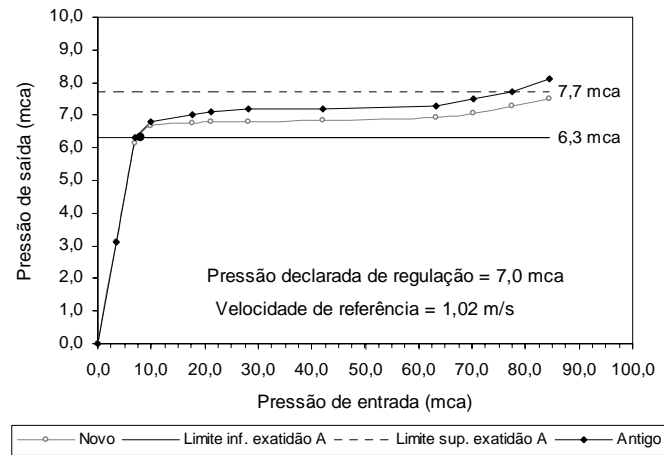
Na Tabela 3, podemos ver o regulador de pressão de 14 mca, para uma pressão de entrada de 21,1 mca, que o desvio da pressão média regulada, em relação a pressão declarada de regulação não existiu e o coeficiente de variação da pressão regulada foi 1,63%, atendendo os critérios estabelecidos na norma ISO (1993).

**Tabela 3.** Pressões de saída para o regulador de pressão operando com pressão de entrada de 21,1 mca e vazão de 1,15 m<sup>3</sup>/h (velocidade de referência 1,02 m/s).

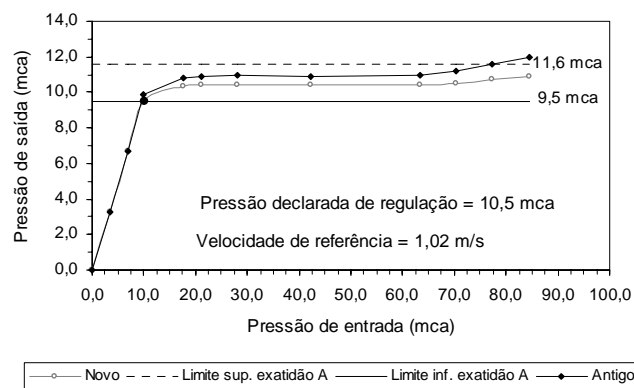
PE (mca)	Regulador n°											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Pressão de saída – PS (mca)											
21,1	13.8	14.1	13.8	14.3	14.0	14.1	13.9	14.2	14.3	13.7	14.4	14.4
PE (mca)	Regulador n°								Estatísticas			
	13	14	15	16	17	18	19	20	Média (mca)	Desvio (%)	S <sub>p</sub> (mm)	CV (%)
	Pressão de saída – PS (mca)											
21,1	14.0	13.6	14.2	14.4	13.9	14.0	14.1	14.2	14,0	0,0	0,23	1,63

Nas Figuras 1, 2 e 3 podemos observar o intervalo de regulação da pressão de entrada e estão indicados os intervalos de regulação, considerando-o com nível A de exatidão, na vazão de 1,15 m<sup>3</sup>/h (V<sub>ref</sub> = 1,02 m/s). Nota-se que para o regulador de 7 mca houve uma melhora considerável da curva de desempenho. Apesar da curva anterior, estar dentro do intervalo de regulação exigido, após a alteração do êmbolo a curva ficou mais estável. Esta mudança torna-se menos gradativa a medida que aumenta o valor de regulação nos modelos de 10,5 e

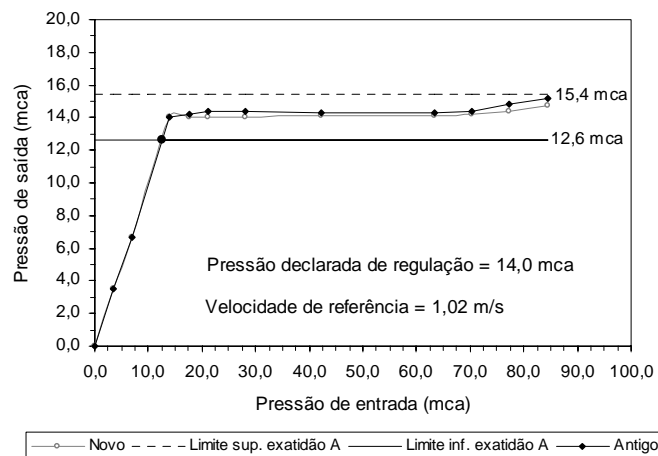
14 mca. Em relação ao trabalho de LIMA et al. (2003), nos novos modelos, para todas as velocidades testadas ocorreu uma menor variação da pressão de saída em relação ao modelo anterior.



**Figura 1.** Curvas do regulador de 10 PSI antigo e novo



**Figura 2.** Curvas do regulador de 15 PSI antigo e novo



**Figura 3.** Curvas do regulador de 20 PSI antigo e novo

Podemos observar que o comportamento deste regulador satisfaz as características necessárias para um equipamento com estas funções, pois a mediada que há um incremento na vazão ocorre uma diminuição da pressão de saída.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados demonstraram que com este ajuste do êmbolo do equipamento, o regulador comportou-se dentro dos padrões exigidos por ISO (1993) e que houve uma melhora no desempenho do regulador em relação ao antigo, principalmente no modelo de 7mca.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION, ISO 10522, Agricultural irrigation equipment – Direct-acting pressure-regulating valves, Geneve, 1993, 11p.

LIMA, S.C.R.V. Avaliação Hidráulica de Válvulas Reguladoras de Pressão Novas e com Diferentes Tempos de Utilização. 2001 90 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LIMA, S.C.R.V., FRIZZONE, J.A., COSTA, R.N.T., SOUZA, F. de., PEREIRA, A. S., MACHADO, C.C., VALNIR JÚNIOR, M. Curvas de desempenho de válvulas reguladoras de pressão novas e com diferentes tempos de utilização. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.201-209, 2003.

TARJUELO, J. M. M. B. **El Riego por Aspersion y su Tecnologia**. Madrid: Mundi Prensa, 1994, 491p.